

燃料タンク破損時の油漏洩阻止の検証について

高岡市消防本部（富山県） 柴田 修史
村上 蛍

1 はじめに

全国的に油の漏洩事故が多く発生し、当消防本部管内においても毎年油漏洩事故が必ず発生している。油漏洩事故は、いったん発生すると重大な二次災害につながる危険性がある。そのため、消防は早期に漏洩を食い止める措置をし、事故の防止に努めなければならない。

先日、軽自動車グレーチングを跳ね上げ燃料タンクを破損し、ガソリンが漏洩する事案に出動した際に、気温が低かったこともあり、消防車に積載の粘土が普段以上に硬く使用に支障が生じ、粘土にて燃料タンクに開いた穴を埋めることができなかった。また、漏洩を抑えるため、当該穴に吸着マットをあて絶縁テープ（ビニールテープ）を燃料タンクに貼り付けて留めようとしたが、燃料タンクにガソリンが付着しており貼り付けられなかったため、絶縁テープを車体に巻き付けるように貼り、結果として、ガソリンの漏洩を止めるのが遅れた。

そこで、私の中で1つの疑問が生まれた。果たして、現在、油漏洩阻止に使用しているものが最適なものであるのか、より適切なものはないのかと考え、現在使用している粘土及びテープと比較して、より効果的な材料（素材）がないかを検討し、検証を行った。

2 現状（問題点）

現在、油漏洩阻止に使用されている油粘土は、気温が低い際に硬くなり、燃料タンクに生じた穴、亀裂を容易に、かつ早く埋めることができないという問題点が上げられる。

また、絶縁テープについても、油分や水分が付着している場合、接着性に劣るといった問題点が上げられる。

3 使用材料（素材）の検討

研究にあたり、現在使用している油粘土及び絶縁テープを改良することを検討したが、改良する場合、専門的な化学的見地や実験設備等が必要になってくると考え、今回は、既製品の中で、より良い成果が表れる代替品がないか探すこととした。

(1) 粘土等

燃料タンクの穴、亀裂を埋めるためには、ある程度軟らかく形状変化が容易なことが絶対条件になると考えた。

そこで、油粘土と同じ粘土でも、原料が異なる紙粘土、石粉粘土及び木粉粘土を比較対象とした。さらには、ジェル状のものであれば形状変化が容易であると考え、ジェルクリーナーを比較対象に加えた。

※ ジェルクリーナー … キーボード、リモコンなどの凹凸、隙間に付着したホコリや汚れを吸着させるジェル状のもので、乾燥を防ぐことで長期保存が可能

(2) テープ

使用するテープは、消防車に積載の絶縁テープのほか、消防署に存する紙テープ、布テープ及び透明テープを比較対象とすることとした。

また、そのほかのテープを模索していたところ、ホームセンターにて「強力密着」と記された多用途補修テープを発見したため、比較対象に加えることとした。

※ 多用途補修テープ … 配管ダクトやパイプ、スポーツ用品等の一時補修に使用されるもの

4 材料についての検証

【検証1】気温の違いによる粘土等の硬さ変化について①

現在使用している油粘土のほか、3種類の粘土（紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーについて、常温時（22.4℃）と比較し、低温時に硬さがどのように変化するか検証する。

(1) 試料をそれぞれ気温約3℃の中5時間存置（写真1）

ア 油粘土は、硬くなり使用に際し支障が認められた。

- イ 紙粘土は、硬くなるが、使用に際し支障は認められなかった。
- ウ 石粉粘土は、硬くなり使用に際し支障が認められた。
- エ 木粉粘土は、硬くなるが、使用に際し支障は認められなかった。
- オ ジェルクリーナーは、硬さに変化が認められなかった。

【検証2】 気温の違いによる粘土等の硬さの変化について②

【検証1】の結果を受け、同様の試料を用いて、気温が何度まで低下しても使用可能か確認するため、3段階の温度設定にて、硬さの変化についてより詳細に検証する。

また、真夏の使用を考慮した温度に対しての硬さの変化についても検証する。

- (1) 試料をそれぞれジッパー付ポリ袋に入れて冷凍庫に入れ、約0℃の中1時間存置（15分毎に経過を観察）（写真2）
 - ア 油粘土は、30分経過後から硬くなりはじめ、45分経過時には使用に支障が見られる硬さになった。
 - イ 紙粘土は、45分経過後から硬くなりはじめ、1時間経過時は、使用に支障が見られない程度の硬さであった。
 - ウ 石粉粘土は、30分経過後から硬くなりはじめ、1時間経過時には使用に支障が見られる硬さになった。
 - エ 木粉粘土45分経過後から硬くなりはじめ、1時間経過時は、使用に支障が見られない程度の硬さであった。
 - オ ジェルクリーナーは、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。
- (2) 試料をそれぞれジッパー付ポリ袋に入れて冷凍庫に入れ、上記(1)から継続し、約-2℃の中1時間存置（15分毎に経過を観察）（写真2）
 - ア 油粘土は、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。
 - イ 紙粘土は、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。
 - ウ 石粉粘土は、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。
 - エ 木粉粘土は、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。
 - オ ジェルクリーナーは、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。

(3) 試料をそれぞれジッパー付ポリ袋に入れて冷凍庫に入れ、上記(2)から継続し、約 -5°C の中1時間存置(15分毎に経過を観察)(写真2)

ア 油粘土は、30分経過後にはカチカチになり、使用できない硬さになった。

イ 紙粘土は、30分経過後にはさらに硬くなったが、使用に支障が見られない程度の硬さであった。しかし、45分経過後にはカチカチになり、使用できない硬さになった。

ウ 石粉粘土は、30分経過後にはカチカチになり、使用できない硬さになった。

エ 木粉粘土は、30分経過後にはさらに硬くなったが、使用に支障が見られない程度の硬さであった。しかし、45分経過後にはカチカチになり、使用できない硬さになった。

オ ジェルクリーナーは、30分経過後から硬くなりはじめ、1時間経過時は、使用に支障が見られない程度の硬さであった。

(4) 試料をそれぞれジッパー付ポリ袋に入れて約 45°C のお湯に漬け、1時間存置(15分毎に経過を観察)(写真3)

ア 油粘土は、15分経過時には変化がなかったが、30分経過時にはかなり軟らかくなり、加えて、1時間経過時には表面がヌルヌルになり、使用に支障が認められた。

イ 紙粘土は、15分経過時には変化がなかったが、30分経過時には軟らかくなり、常温時と比較しパサつきが見られ、1時間経過後には、表面は湿り気があり内部は乾燥し、使用に支障が認められた。

ウ 石粉粘土は、15分経過時には変化がなかったが、30分経過時には軟らかくなり表面がツルツルになりはじめ、1時間経過後には表面がツルツルになり、使用に支障が見られるほど軟らかくなった。

エ 木粉粘土は、15分経過時には変化がなく、30分経過時には軟らかくなったが、表面等に変化は認められなかった。1時間経過時にはさらに軟らかくなるとともにベトつきが見られ、使用に支障が認められた。

オ ジェルクリーナーは、1時間経過時まで硬さの変化はなかった。

【検証3】粘土等の耐油性及び耐水性について

現在使用している油粘土のほか、3種類の粘土（紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーについて、それぞれの耐油性及び耐水性を検証する。

なお、自動車の燃料として使用されるガソリン及び軽油のほか、降雨時に燃料タンクに雨が付着していることを想定し、水に対する耐性についても検証する。

(1) 試料をそれぞれガソリンに10分間漬ける（写真4）

ア 油粘土は、少し溶けて小さくなり、形状変化が認められた。

イ 紙粘土は、大きさに変化は認められなかった。

ウ 石粉粘土は、大きさに変化は認められなかった。

エ 木粉粘土は、大きさに変化は認められなかった。

オ ジェルクリーナーは、大きさに変化は認められなかった。

(2) 試料をそれぞれ軽油に10分間漬ける（写真5）

ア 油粘土は、少し溶けて小さくなり、形状変化が認められた。

イ 紙粘土は、大きさに変化は認められなかった。

ウ 石粉粘土は、大きさに変化は認められなかった。

エ 木粉粘土は、大きさに変化は認められなかった。

オ ジェルクリーナーは、大きさに変化は認められなかった。

(3) 試料をそれぞれ水に10分間漬ける（写真6）

ア 油粘土は、大きさに変化は認められなかった。

イ 紙粘土は、少し溶けて小さくなり、形状変化が認められた。

ウ 石粉粘土は、少し溶けて小さくなり、形状変化が認められた。

エ 木粉粘土は、少し溶けて小さくなり、形状変化が認められた。

オ ジェルクリーナーは、大きさに変化は認められなかった。

【検証4】テープの接着性について

現在使用している絶縁テープのほか、テープ4種類（紙、布、透明及び多用途補修）について、それぞれ油分及び水分の付着箇所への接着性について、未付着の場合と比較し検証する。

- (1) テープをガソリンが付着した一斗缶に貼り付ける (写真7)
- ア 絶縁テープは、接着力は低下したが接着した。
 - イ 紙テープは、接着力は低下したが接着した。
 - ウ 布テープは、接着力は低下したが接着した。
 - エ 透明テープは、接着力が著しく低下し、ほぼ接着しなかった。
 - オ 多用途補修テープは、接着力に変化はなかった。
- (2) テープを軽油が付着した一斗缶に貼り付ける (写真8)
- ア 絶縁テープは、接着力は低下したが接着した。
 - イ 紙テープは、接着力は低下したが接着した。
 - ウ 布テープは、接着力は低下したが接着した。
 - エ 透明テープは、接着力が著しく低下し、ほぼ接着しなかった。
 - オ 多用途補修テープは、接着力に変化はなかった。
- (3) テープを水が付着した一斗缶に貼り付ける (写真9)
- ア 絶縁テープは、接着力は低下したが接着した。
 - イ 紙テープは、接着力は低下したが接着した。
 - ウ 布テープは、接着力は低下したが接着した。
 - エ 透明テープ接着力が著しく低下し、ほぼ接着しなかった。
 - オ 多用途補修テープは、接着力に変化はなかった。

5 検証結果及び考察

上記4の【検証1】～【検証4】の結果を基に、最良の粘土等及びテープについて考察する。

(1) 粘土等について

ア 【検証1】、【検証2】(1)～(3)から、約 -2°C 以下の低温時にて使用できるのは、紙粘土、木粉粘土及びジェルクリーナーであることがわかる。また、約 -5°C の状況下で確実に使用できるのは、ジェルクリーナーのみであることがわかる。(表1、2)

なお、当消防本部内の地域における冬季の最低気温は、通常、低い場合で -5°C 程度である。

イ 【検証2】(4)から、約 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ の状況下で使用できるのは、ジェルクリー

ナーのみであることがわかる。(表2)

なお、真夏の屋外においては、40℃を超える状況下での使用も想定される。

ウ 上記ア及びイから、1年を通し気温の変化に関係なく使用可能なのは、ジェルクリーナーである。

エ 【検証3】(1)、(2)から、ガソリン及び軽油に対する耐性が認められるのは、紙粘土、石粉粘土、木粉粘土及びジェルクリーナーであることがわかる。(表3)

オ 【検証3】(3)から、水に対する耐性が認められるのは、油粘土及びジェルクリーナーであることがわかる。(表3)

カ 上記エ及びオから、耐油性、耐水性とも有しているのは、ジェルクリーナーである。

(2) テープ

ア 【検証4】(1)、(2)及び(3)から、ガソリン、軽油又は水が付着していた場合に著しく接着性に欠けるのは、透明テープであることがわかる。逆に、ガソリン、軽油又は水のいずれが付着していても接着力が低下しないのは、多用途補修テープであることがわかる。(表4)

(3) 上記(1)及び(2)から、今回の検証における最良な粘土等はジェルクリーナー、テープは多用途補修テープである。

6 使用方法についての実証実験

今回の検証において最良な材料であるジェルクリーナー及び多用途補修テープを用い、一斗缶を燃料タンクに見立て、どのような使用方法が適切か実証実験を行った。

(1) 穴の開いた一斗缶に水を入れ、漏洩阻止効果について検証する。

ア ジェルクリーナーを穴に埋め込む(写真10)

ジェルクリーナーのみの使用であった場合、水の重さに耐えられず漏洩した。

イ ジェルクリーナーの周りにのみ多用途補修テープを貼り付ける。

(写真11)

テープを貼り付けた部分以外（ジェルクリーナーのみの部分）が、ア同様、水の重さに耐えられず漏洩した。

ウ ジェルクリーナー全体を覆うように多用途補修テープを貼り付ける。

（写真12）

ジェルクリーナーが穴部分で水の重さに耐えることができたため、漏洩しなかった。

エ 上記ア～ウから、燃料タンクの破損箇所にジェルクリーナーを埋め込み、全体を覆うように多用途補修テープを貼り付ける方法が、最適な使用方法である。

なお、今回の実証実験では、テープを一方向にのみ貼り付けたが、多方向へ重ね貼りすることで、耐荷重は大きくなるものとする。

(2) 使用後のジェルクリーナー及び多用途補修テープの状態

ア ジェルクリーナー（写真13）

使用前と比較し、柔らかさや大きさに変化がなく、再度使用可能であった。

イ 多用途補修テープ（写真14）

テープにジェルクリーナーは付着しなかった。

7 まとめ

ジェルクリーナー及び多用途補修テープの使用には、現在使用している油粘土及び絶縁テープと比較し、以下の利点がある。

- (1) 周囲の温度に関係なく、様々な破損箇所の形状に対応できる。
- (2) 耐油性、耐水性に優れている。
- (3) 燃料タンクに油分や水分が付着していても、支障なく使用できる。

よって、ジェルクリーナー及び多用途補修テープを使用することで、「簡単」かつ「早く」燃料の漏洩を食い止める効果が期待できる。

より良い消防活動を行うため、より効果的な材料や方法を発見するために、今後も検証を続けていきたい。

表1 気温の違いによる硬さの変化①（5時間存置）

	22℃	3℃
油粘土	○	×
紙粘土	○	△
石粉粘土	○	×
木粉粘土	○	△
ジェルクリーナー	○	○

○：硬くならず使用可、△：硬くなるが使用可、×：硬くなり使用不可

表2 気温の違いによる硬さの変化②（冷凍庫内、湯煎 各1時間存置）

	-5℃	-2℃	0℃	45℃
油粘土	×	×	×	×
紙粘土	×	△	△	×
石粉粘土	×	×	×	×
木粉粘土	×	△	△	×
ジェルクリーナー	○	○	○	○

○：硬くならず使用可、軟らかくなく使用可、△：硬くなるが使用可、軟らかいが使用可、×：硬くなり使用不可、軟らかすぎてまたは形状変化があり使用不可

表3 粘土等の耐油性及び耐水性

	ガソリン	軽油	水
油粘土	×	×	○
紙粘土	○	○	×
石粉粘土	○	○	×
木粉粘土	○	○	×
ジェルクリーナー	○	○	○

○：耐性あり、×：耐性なし

表4 テープの接着性

	ガソリン	軽油	水
絶縁テープ	△	△	△
紙テープ	△	△	△
布テープ	△	△	△
透明テープ	×	×	×
多用途補修テープ	○	○	○

○：接着性あり、△：接着力は低下するが接着性あり、×：接着性なし

① 【検証 1】



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーを気温約3℃の中5時間存置

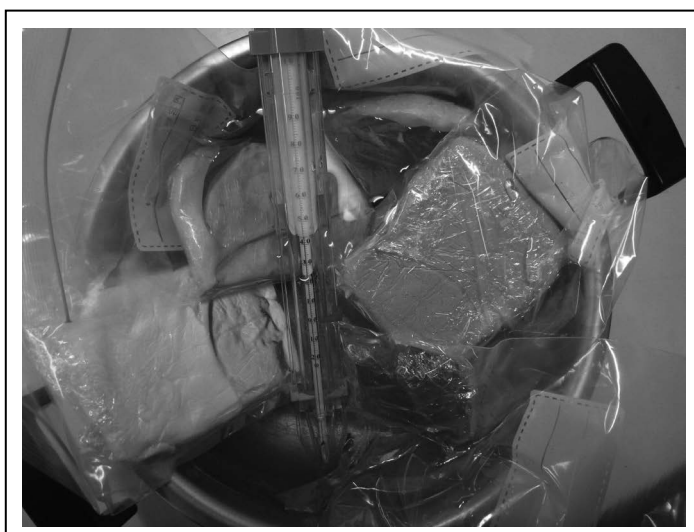
② 【検証 2】 (1)、(2)、(3)



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーを約0℃の中1時間存置

同様に約-2℃及び約-5℃の中1時間存置

③ 【検証 2】 (4)



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーを約45℃のお湯の中に1時間存置

④ 【検証3】(1)



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーをガソリンに10分間漬ける。

⑤ 【検証3】(2)



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーを軽油に10分間漬ける。

⑥ 【検証3】(3)



4種類の粘土（油、紙、石粉、木粉）及びジェルクリーナーを水に10分間漬ける。

⑦ 【検証4】(1)



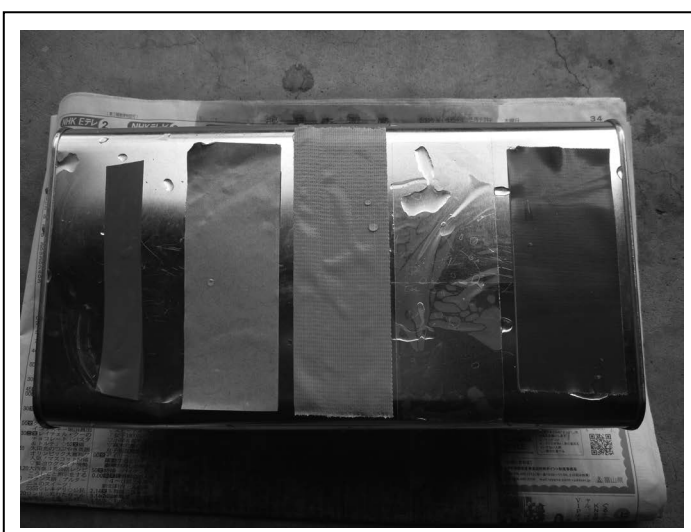
ガソリンが付着した一斗缶に5種類のテープ（絶縁、紙、布、透明、多用途補修）を貼り付ける。

⑧ 【検証4】(2)



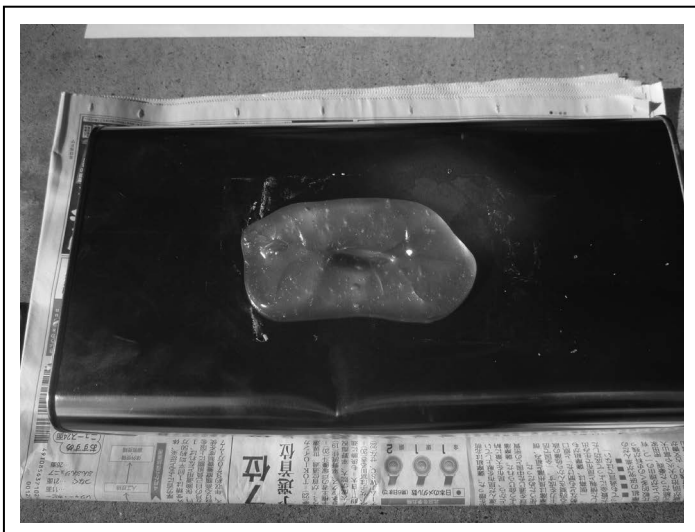
軽油が付着した一斗缶に5種類のテープ（絶縁、紙、布、透明、多用途補修）を貼り付ける。

⑨ 【検証4】(3)



水が付着した一斗缶に5種類のテープ（絶縁、紙、布、透明、多用途補修）を貼り付ける。

⑩ 実証実験(1) ア



一斗缶の穴あき箇所
にジェルクリーナー
のみ埋め込む。

⑪ 実証実験(1) イ



ジェルクリーナーの
周りのみ多用途補修
テープを貼り付け
る。

⑫ 実証実験(1) ウ



ジェルクリーナー全
体を覆うように多用
途補修テープを貼り
付ける。

⑬ 実証実験(2) ア



使用後のジェルクリーナー（使用前と変化なし）

⑭ 実証実験(2) イ



多用途補修テープにジェルクリーナーの付着なし